



뇌파기반의 컴퓨터 인터페이스를 이용한 기능성 소프트웨어 개발

Development of functional software using brain-computer Interface

저자 (Authors)	이새벽, 임희석 Saebyeok Lee, Heui-Seok Lim
출처 (Source)	한국인터넷정보학회 학술발표대회 논문집 , 2010.6, 687-690 (4 pages)
발행처 (Publisher)	한국인터넷정보학회 Korean Society For Internet Information
URL	http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE01467624
APA Style	이새벽, 임희석 (2010). 뇌파기반의 컴퓨터 인터페이스를 이용한 기능성 소프트웨어 개발. 한국인터넷정보학회 학술발표대회 논문집, 687-690.
이용정보 (Accessed)	한국산업기술대학교 121.170.96.*** 2016/12/17 16:10 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

뇌파기반의 컴퓨터 인터페이스를 이용한 기능성 소프트웨어 개발

이새벽, 임희석
고려대학교 컴퓨터교육과
e-mail : saebyeok@blp.korea.ac.kr

Development of functional software using brain-computer Interface

Saebyeok Lee, Heui-Seok Lim
Department of Computer Science Education, Korea University

요 약

뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI)는 뇌에서 발생하는 특정 생체신호를 인식하여 기계가 필요한 작업을 수행 할 수 있도록 하는 것으로 인간의 수행능력을 향상시키기 위한 연구이다. 본 논문에서는 뇌파기반의 BCI를 이용하여 기존의 고스톱 게임을 개량하여 기능성 게임 소프트웨어를 개발한다. 현재 상용화된 뇌파 측정 디바이스인 에폭을 이용하여 “브레인 맞고”를 개발 하였다. 이는 BCI를 이용한 시스템을 사용하기전에 하는 뇌파 훈련을 즐겁게 하기 위한 것과 신체의 운동능력을 전혀 사용할 수 없는 환자들에게 재미 요소를 주기위한 것이다. 본 논문에서 제안하는 시스템은 기존의 BCI 연구에 대해서 부족했던 소프트웨어 개발 및 지능적인 인터페이스에 대한 연구를 제안한다.

1. 서 론

최근 거의 모든 분야에서 컴퓨터의 활용성이 증가함에 따라 여러 분야를 융합하는 기술이 이슈로 떠오르고 있다. 특히, 그 대표적으로 기존의 신경학이나 생리학이 융합하여 사람의 대뇌의 원리를 직접 규명하는 뇌과학이 시작되었으며, 이런 과학적 원리를 토대로 공학적 모델을 만들어 내기 위한 뇌공학이 활발히 연구되고 있다[1][2].

뇌-컴퓨터 인터페이스(혹은 뇌-기계 인터페이스, 이하 BCI)는 뇌에서 발생하는 생체 신호를 처리하여 사용자의 의도를 파악하여 기계적 입력신호로 변환하여 원하는 동작을 수행 할 수 있도록 하는 것으로 최근 뇌공학의 핵심 연구 분야이다. 최근에는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술을 이용하여 루게릭병, 척수근육위축증, 진행성연수마비 등 신체의 대부분을 직접 사용하지 못하는 상태(Locked-in)의 환자들에게 언어 생성, 자동 휠체어 제어 등 기본적인 생활을 할 수 있도록 인터페이스를 제공하고 있다. 또한, 게임 등 엔터테인먼트 분야에서 키보드, 마우스 등 다른 입력장치와 함께 보조 인터페이스로 사용되

도 한다[1][2][3][4].

본 논문에서는 BCI를 이용한 기능성 소프트웨어를 개발하는 것을 목적으로 적합한 방법을 찾고 소프트웨어를 구현하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 기존에 뇌-컴퓨터 인터페이스에 대한 기존 연구를 살펴보고, 제안하는 소프트웨어에서 사용할 디바이스인 에폭(Epoc)과 그 디바이스에서 지원하는 SDK에 대한 설명을 한다. 그리고 최종적으로 이를 이용한 기능성 소프트웨어를 구현하고 그 활용방안에 대해서 가볍게 고찰해 본다.

2. 관련 연구

2.1 뇌-컴퓨터 인터페이스

BCI의 연구는 뇌 신호 측정 방법에 따라 침습적인 방법과 비침습적인 방법으로 분류할 수 있다. 침습적인 방법은 주로 자발적으로 운동 할 수 없는 “Locked-in” 상태의 환자들에게 두개골 안쪽에 마이크로칩을 이식하여 신호를 직접 받아 처리하는 방법이다. 이 방법은 외과수술을 받아야 함으로 일반인에게는 적용하기 어려우나 신호의 잡음이 적어 뇌의

신호를 명확하게 처리 할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 두 번째로 비침습적인 방법은 뇌전도(EEG)나 기능성자기공명장치(fMRI), 뇌자도(MEG) 등 뇌에 비 침습적인 신호 획득 방법을 이용하는 것으로 신호가 명확하게 신경신호를 전달하진 못하지만 일반인, 환자 모두 별도의 외과 수술 없이 가능하다는 장점을 가지고 있다[1][2].

비침습적인 방법들 중에서 기능성자기공명장치와 뇌자도는 장비가 매우 비싸고, 무거우므로 장소의 제약이 따른다. 따라서 실용적인 BCI시스템을 위해 비교적 접근성이 쉬운 뇌전도를 이용한 연구가 활발히 진행 중이다. 뇌전도를 이용한 BCI 연구는 뇌전도의 신호 처리 방법에 따라서 P300과 SMR(Sensory Motor Rhythm)으로 나눌 수 있다. P300은 주로 시각 피질에서 시각적 자극 이후 300ms 근처에서 나타나는 특질에 대해서 다루는 것이고, SMR은 체지각피질에서 움직임 혹은 움직임상상과 관련하여 나타나는 특정 파형을 분류해내는 것이다[2].

BCI의 운용방법으로는 바이오피드백(Biofeedback) 방법과 기계학습 방법이 있다. 바이오피드백 방법은 사람이 자발적으로 시스템에 적응하는 방법으로 시스템에 완벽하게 적응하는데 시간이 오래 걸린다는 단점이 있다. 기계학습 방법은 기계가 사람의 신호를 잘 해석 할 수 있도록 기계학습 방법을 이용하는 것으로 정확도가 낮은 단점이 있다. 최근에는 두 개의 방법을 적절히 이용하여 사용하지만, 실제 시스템을 원활히 이용하기 위해서 바이오피드백을 통해 사용자가 익숙해지는데 오랜 시간의 훈련이 필요하다[3][4].

2.2 뉴로헤드셋 - Epoc

미국의 이모티브 시스템즈(Emotiv Systems)¹⁾사는 뇌전도를 이용하여 게임의 보조컨트롤러로 쓸 수 있는 뉴로헤드셋인 에폭(epoc)이라는 제품을 개발하여 상용화 하였다. 이 헤드셋은 그림 1과 같이 총 16개의 전극에서 뇌파를 획득한다. 전극은 10-20 국제전극 배치법에 따라 AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4와 추가적으로 후두엽의 P3, P4에 위치하고 레퍼런스 전극으로 양쪽에 2개를 사용한다.



(그림 1) 이모티브의 에폭(오른쪽)

에폭은 개발자와 연구자들을 위해 구입한 라이선스에 한하여 각종 소프트웨어개발도구(SDK)를 제공한다. 소프트웨어개발도구에서 제공하는 대표적인 API는 다음과 같다.

- Expressiv Suite : 디바이스(에폭)에서 측정된 신호를 처리하여 웃는 상태나 왼쪽, 오른쪽 눈 깜박임, 얼굴의 찡그림 등 사용자의 얼굴표정을 실시간으로 인식한다.
- Affectiv Suite : 디바이스에서 측정된 생체신호와 뇌파를 이용하여 사용자의 감정상태를 모니터링 한다. 감정은 순간적 흥분상태, 장기적 흥분 상태, 각성 상태로 크게 3가지를 측정한다. 순간적 흥분 상태와 장기적 흥분 상태는 생리학적 반응에 따라서 측정이 되고 각성 상태는 뇌파로부터 측정되는 값이다.
- Cognitiv Suite : 디바이스에서 측정된 뇌파를 이용하여 총 13가지의 상태를 탐지한다. 먼저 밀기(Push), 당기기(Pull), 왼쪽, 오른쪽, 위, 아래에 대한 6가지의 행동에 대한 상태와 시계방향, 반시계방향, 왼쪽, 오른쪽, 앞쪽, 뒤쪽에 대한 6가지의 회전과 어떤 범위안에서 사라지는 상상에 대한 것을 추가적으로 측정한다.

위에서 제공하는 API 이외에 가공하지 않은 EEG 데이터를 직접 처리할 수 있도록 제공하고, 또한 특정 주파수 대역을 필터링한 신호도 API를 이용하여 컨트롤 할 수 있다.

3. 기능성 소프트웨어 설계 및 구현

앞에서 설명한 바와 같이 BCI는 환자 및 일반인들을 위한 차세대 인터페이스로 각광받고 있다. 하지만, 현실적으로는 뇌파 신호를 유효한 입력신호로 전달하는 것에는 현재의 기술력으로는 그 한계가 있다. 실제로 뇌파신호에서 컴퓨터에서 유의미한 신호로 받아들이는 정보전달률(Information Transfer Rate)은 현재 분당 30~40비트(4~5바이트) 정도로 다른 입력장치에 비해서 현저하게 낮다[4]. 따라서

1) Emotiv Systems, <http://www.emotiv.com>

BCI를 이용한 응용 소프트웨어를 개발하기 위해서는 이런 요소들을 감안하여 소프트웨어를 선택하고 설계해야 한다.

3.1 기능성 게임 소프트웨어

기능성 게임 소프트웨어란 게임의 요소인 재미뿐만 아니라 특별한 목적을 부가하여 제작한 소프트웨어를 말한다. 대표적으로 비행 시뮬레이션 게임을 실제 모의 비행 실험에서 사용하는 것에서부터 시작하여 최근에는 교육용, 훈련, 치료 등의 목적을 갖는 게임으로 게임의 부정적인 요소를 해소하기도 하며, 최근에는 계산주의적 모델에서 인력을 대체하기 위한 목적으로도 사용되고 있다.

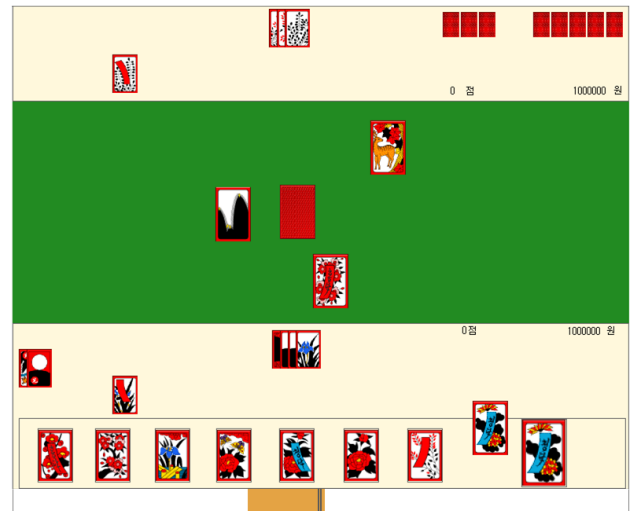
본 논문에서는 BCI를 이용한 기능성 게임 소프트웨어를 구현하고자 한다. 여기에서 구현할 소프트웨어의 기능성에 대해서 정의 하자면, 첫 번째로는 BCI를 위한 뇌파 훈련이다. 이는 해당 소프트웨어를 위해서만이 아니라 다른 BCI를 이용한 다른 소프트웨어에서도 사용이 용이하기 위해서 뇌파를 훈련해야 한다. 실제 BCI를 이용한 소프트웨어를 이용하기 위해서는 기계학습을 이용하여 컴퓨터가 사용자의 뇌파를 잘 분석하는 방법뿐만 아니라 사용자가 자발적인 바이오피드백(Biofeedback)을 이용하여 스스로 습득할 수 있어야 한다. 따라서 사용자가 스스로 훈련하는데 걸리는 시간을 재미요소를 결합하여 즐겁게 훈련하도록 하는데 있다. 두 번째 기능성은 바로 ALS 혹은 뇌, 척수 신경질환을 가지고 있어 신체를 움직일 수 없는 환자를 위한 것이다. 보통 이런 상태를 “Locked-in” 상태라고 하는데, 실제 BCI 기술이 가장 필요한 대상이다.

본 논문에서는 우리나라 널리 행해지는 놀이 중 하나인 고스톱을 BCI에 적용하여 앞에서 설명한 기능성을 실현하고자 제안한다. 고스톱은 BCI의 낮은 정보전달률(ITR)에 크게 제한적이지 않으면서 뇌를 많이 활용하고 재미 요소를 가지고 있다.

3.2 브레인 맞고

본 논문에서 제안하는 기능성 게임 소프트웨어인 고스톱을 “브레인 맞고”라 부르기로 한다. 원래 고스톱은 3명이서 하는 놀이지만 본 제안하는 시스템은 사용자와 컴퓨터가 대결하는 방식으로 고스톱 중에서 둘이 하는 맞고로 설정하고 플레이 한다. 맞고의 룰이나 규칙은 복잡하고 각 지역마다 틀리지만 일반적으로 최소한의 규칙에 재미를 줄 수 있는 보

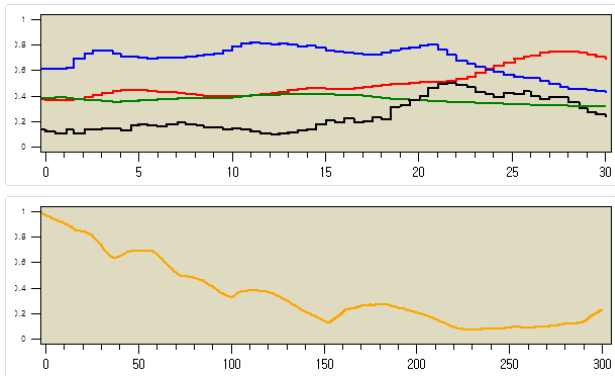
너스피 규칙만 적용하여 설계하였다(구체적인 맞고의 규칙은 일반적인 것이라 본 논문에서는 다루지 않음).



(그림 2) 화면구성

브레인 맞고의 화면 구성은 그림2와 같이 상단에 상대(컴퓨터)패널, 중앙에 패를 내는 데스크, 그 밑에 사용자 패널, 하단에 패를 선택하기 위한 피드백 정보로 구성하였다. 여기에서 게임의 진행을 위해서 사용하는 입력 자질을 선택하였다. 패는 기본적으로 커서에 의해서 선택된다. 따라서 예폭의 Cognitiv Suite에서 왼쪽, 오른쪽 움직임에 대한 상태로 뇌파가 측정되었을 때 커서가 원하는 쪽으로 움직이게 된다. 또한 패를 선택하는 것은 밀기(Push), 당기기(Push)에 의해서 선택된다.

브레인 맞고의 모든 절차는 시작부터 종료될 때까지 뇌파 이외의 어떤 운동능력도 요구되지 않는다. 따라서 몸을 움직일 수 없는 환자들도 예폭을 이용하여 쉽게 게임을 즐길 수 있다. 또한 게임이 진행되는 동안 생리적 신호와 뇌파에서 발생하는 감정 정보를 기록하여 감정 정보를 확인 할 수 있다. 그림3은 시간변화에 따른 사용자의 감성 상태를 그래프로 나타낸 것이다. 상단의 그래프는 최근 30초간의 감정 상태를 나타내고, 하단의 그래프는 최근 5분동안의 장기적 흥분상태를 나타낸다. 상단의 그래프에서 빨간색은 인게이지먼트(engagement)를 나타내며 파란색은 실패, 낙담(frustration)상태, 녹색은 고찰, 숙고 상태, 검은색은 즉각적인 흥분상태를 나타낸다.



(그림 3) 감정 상태 측정 그래프

3.3 활용 방안

본 논문에서 제안하는 브레인 맞고는 1차적으로 BCI를 필요로 하는 뇌, 척수 신경질환자에게 적용할 수 있다. 따라서 운동능력이 없어 생각만 할 수 있는 환자들에게 생각만으로 할 수 있는 소프트웨어를 제공할 수 있다. 또한 일반인들이 접근하기 힘들었던 BCI에 접근하기 용이하게 하였다. 특정 신호에 대한 꾸준한 사용과 훈련이 다른 BCI 시스템을 사용할때도 도움이 된다.

브레인 맞고에서 사용한 패러다임이 차후 BCI를 이용한 소프트웨어의 개발에 사용함으로써 추가적 소프트웨어 개발을 용이하게 한다. BCI의 기본 컨셉인 운동능력 없이 의사소통과 기기제어가 가능 하도록 하는 스마트 인터페이스를 구현하는데 사용할 수 있다.

4. 결론

BCI분야는 뇌공학에서도 핵심 연구 분야이고 앞으로 우리가 꼭 이루어야할 분야이다. 국내에서도 BCI에 대한 관심이 증대되고 여러 연구가 진행되고 있지만, 실제 임상이나 실생활에 사용할 만한 결과물이 거의 전무한 실정이다. 고가의 EEG 장비를 사용하여 실험해 가며 구현해야 했던 과거와 달리 최근에는 뇌파를 이용한 인터페이스 장치가 상용화 되어 출시되었고 계속 더 좋은 제품을 만들기 위해 연구 중이다. 따라서 BCI의 연구에 있어서 신호처리나 기계학습 방법에 대한 연구 보다는 실용적인 소프트웨어를 구현하는데 더욱 초점을 맞추고 인터페이스를 더욱 지능적으로 만들어 낮은 정보전달률에서 효과적으로 원하는 것을 수행 할 수 있도록 하는 것이 중요하다.

본 논문에서 제안하는 시스템은 간단한 소프트웨

어 구현으로 그 가능성을 확인 할 수 있었으며 앞으로 추가적인 연구를 통해서 인간-컴퓨터 인터페이스를 더욱 효과적으로 운용할 수 있도록 하는 것이 최종 목표라 할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 이새벽, 임희석 “움직임 관련 EEG 신호를 이용한 한국어 생성기 설계” 한국산한기술학회 춘계 학술발표논문집, 2009
- [2] J.R. Wolpaw, N. Birbaumer, D.J. McFarland, Gert Pfurtscheller, T.M. Vaughan “Brain-computer Interfaces for communication and control” Clinical Neurophysiology, vol. 113, pp 765-791, 2002.
- [3] Andrea Kübler, Klaus-Robert Müller, “An Introduction to Brain-Computer Interfacing” Toward Brain-Computer Interfacing, pages 1-25. MIT press, Cambridge, MA, 2007.
- [4] Guido Dornhege. “Increasing Information Transfer Rates for Brain-Computer Interfacing.” PhD thesis, University of Potsdam, 2006.